

**This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

AN: PAT 1995-337796

TI: Hierarchical organisation of animated image components has each model component function for animation in predefined animation frame within animation window

PN: DE4411314-A1

PD: 28.09.1995

AB: The organisation involves a simulation model constructed from a set of functional components organised in hierarchical levels corresponding to the structure of the system being assembled. Each of the model component functions for animation is arranged within predefined animation frames within animation windows. Thus it allows efficient structuring, organisation, labelling and assembly of component frames of animated models. The hierarchy of the simulation models is shown by an automatic association of the images of the model components with the corresponding animation-related recognition symbols specified in the individual animation frames.; For structured, hierarchical simulation model. Avoids production of duplicate models for animation and simulation.

PA: (DAIM) DAIMLER-BENZ AG;

IN: THOMAS C;

FA: DE4411314-A1 28.09.1995; DE4411314-C2 04.12.1997;

CO: DE;

IC: G05B-017/00; G06F-003/14; G07B-017/00; G07C-003/00; G07C-003/12;

MC: T01-J05B2; T01-J10B3; T01-J15X; T01-X; T05-G02B;

DC: T01; T05;

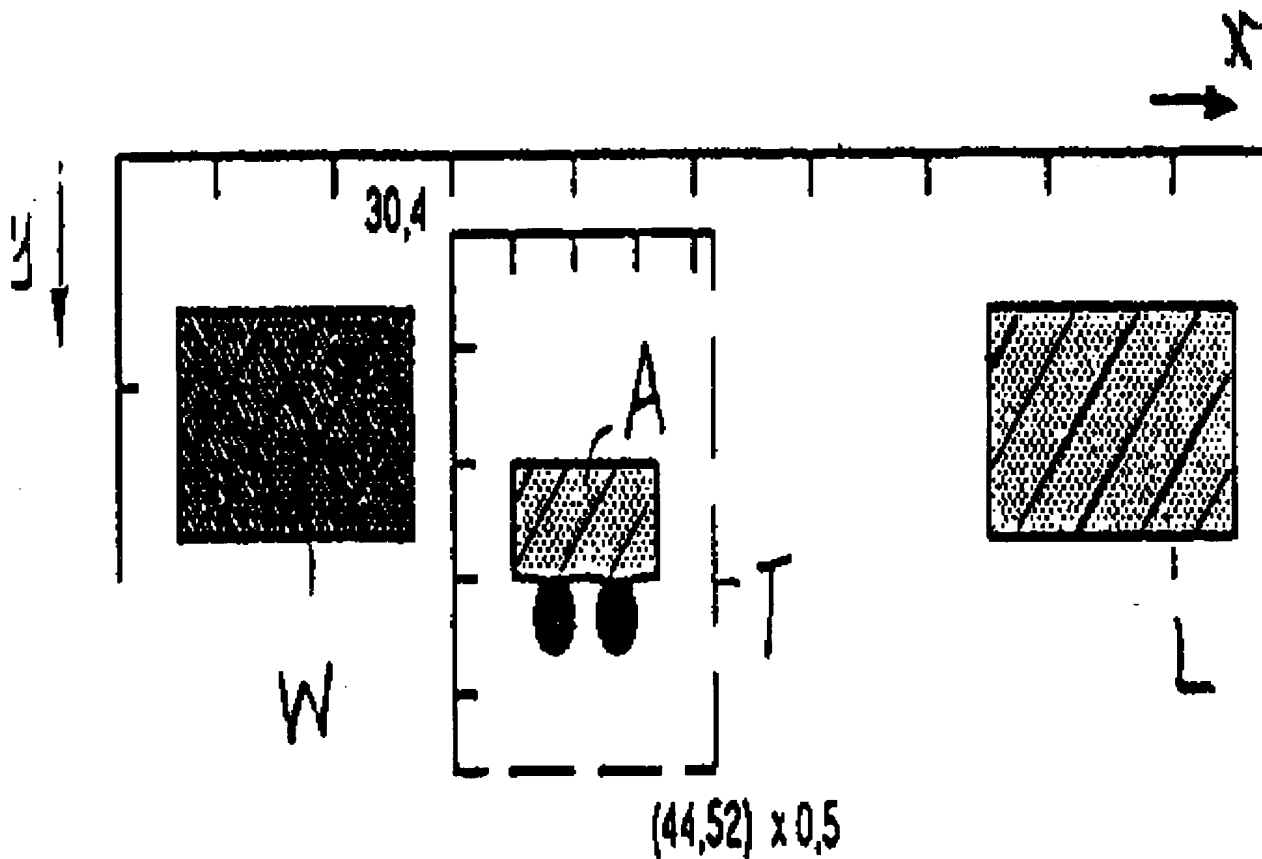
FN: 1995337796.gif

PR: DE4411314 26.03.1994;

FP: 28.09.1995

UP: 04.12.1997

(3)





DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 44 11 314.5-53
22 Anmeldetag: 26. 3. 94
43 Offenlegungstag: 28. 9. 95
46 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 4. 12. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Daimler-Benz Aktiengesellschaft, 70567 Stuttgart,
DE

72 Erfinder:

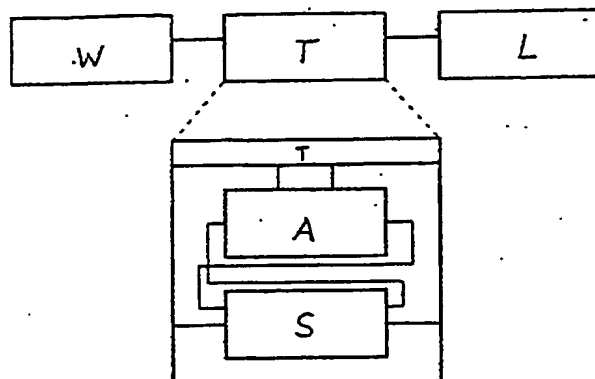
Thomas, Carsten, Dipl.-Ing., 09126 Chemnitz, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

WILLIAMS, T.: Graphics interfaces make knobs and
switches obsolete. In: Computer Design,
August 1990, H 15, S. 78-94;

54 Anordnung zur prozeßorientierten Animation eines strukturtreuen hierarchischen Simulationsmodells

57 Anordnung zur prozeßorientierten Animation eines reals, aus funktionalen Komponenten zusammengesetztes System abbildenden Simulationsmodells, dessen funktionale Modellkomponenten entsprechend der Struktur des Komponentenaufbaus des realen Systems in hierarchischen Ebenen miteinander verknüpft sind, mit jeweils den einzelnen Modellkomponenten zugeordneten Funktionen zur Animation in vorgegebenen Animationsrahmen innerhalb eines Animationsfensters, gekennzeichnet durch eine entsprechend dem Aufbau des Simulationsmodells automatisch gebildete Hierarchie von Darstellungen der Modellkomponenten und eine Verknüpfung der Darstellungen der Modellkomponenten entsprechend dieser Hierarchie unter Einbeziehung der animationsbezogenen Kenngrößen zu einem Gesamtbild.



Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur prozeßorientierten Animation gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs. Eine solche Anordnung ist dem Aufsatz von Tom Williams "Graphics interfaces make knobs and switches obsolete" In: Computer Design, August 1990, Heft 15, Seiten 78 bis 94 zu entnehmen.

Generell werden in dem genannten Aufsatz Methoden zur graphischen Visualisierung technischer Systeme und zur interaktiven Beeinflussung dieser Systeme mit Hilfe von auf einem Bildschirm dargestellten "virtuellen" Bedienelementen angesprochen, ohne daß ein Hinweis gegeben wird, wie im einzelnen die Erzeugung des jeweiligen Animationsbildes in bezug auf die Modellstruktur erfolgt.

Die Animation hat sich in den letzten Jahren zu einem festen Bestandteil der computergestützten Simulationstechnik entwickelt. Die Animation wird benutzt, um während der Simulation auftretende Änderungen von Modellkenngrößen dynamisch sichtbar zu machen, so daß sie den Modellierer bei der Verifikation des Modells unterstützt. Sie hilft bei der Kommunikation zwischen dem Modellierer und dem Modellbenutzer und verbessert die Präsentationsmöglichkeiten gegenüber Nutzern und Management (vgl. R.L. Smith und L. Platt "Benefits of animation in the simulation of a machining and assembly line" In: Simulation, January 1987, pp. 28—30).

Grundsätzlich wird zwischen modellorientierter und prozeßorientierter Animation unterschieden. Im ersten Fall wird die graphische Darstellung des mit Hilfe eines formalen Beschreibungsmittels erstellten Modells dynamisch visualisiert. Die prozeßorientierte Animation, auf die sich die Anordnung nach der Erfindung bezieht, bildet dagegen Änderungen im formalen Modell auf Darstellungen ab, die einen offenkundigen Bezug zum simulierten Prozeß haben.

Eine weitere Klassifizierungsmöglichkeit ergibt sich aus der Art und Weise der Realisierung der Kopplung zwischen Simulation und Animation:

Die sogenannte "post-processing"-Technik erlaubt, die Animation unabhängig von der Simulation laufen zu lassen. Während der Simulation werden Daten gespeichert, die vom Animationsprogramm später gelesen und verarbeitet werden.

Die Technik der direkten Simulationsanimation (sogenannte "online"-Animation) kann auf zwei Wegen implementiert werden. Einerseits können Simulation und Animation in einem einzigen Programm implementiert werden, andererseits können aber auch zwei miteinander kommunizierende Programme die beiden Einzelaufgaben übernehmen. Die visuelle interaktive Animation ist eine Erweiterung des Verfahrens und gestattet die Beeinflussung von Modellkenngrößen während der Simulation durch Interaktion des Nutzers mit der Animation (vgl. P. Bell, R.O'Keefe "Visual Interactive Simulation — History, recent developments, and major issues" In: Simulation, September 1987, pp. 109—116).

Die prozeßorientierte direkte Animation beruht in den bekannten Implementierungen auf der durch die Simulation initiierten Dynamisierung grafischer Darstellungen. Ein Bild stellt die statischen Elemente des Prozesses dar. Auf dieses Bild werden Abbildungen veränderlicher Elemente des Prozesses projiziert. Diese Abbildungen sind üblicherweise Sinnbilder, deren Farbe, Größe, Position und Inhalt während der Simulation variiert werden kann (vgl. z. B. Ute Claussen "Die Schnittstelle zwischen Simulation und Animation — Ein

Diskussionsbeitrag" In: Informatik-Bachberichte, Band 222, Seiten 474 bis 485).

Das beschriebene Vorgehen zwingt den Modellierer, ein Modell doppelt zu entwickeln: zum einen muß die formale Beschreibung für die Simulation angegeben werden und zum anderen die prozeßorientierte grafische Darstellung für die Animation und die Regeln für die Interpretation von Modellkenngrößen-Änderungen in dieser grafischen Darstellung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Art anzugeben, bei der die formale Beschreibung des Modells mit nur geringfügigen Erweiterungen für die prozeßorientierte Animation versehen wird, so daß die zweifache Erstellung von Modellen für Simulation und Animation vermieden wird. Der Aufwand zum gruppenweisen Einwirken auf Animationsbildelemente soll dadurch verringert werden.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die im Patentanspruch angegebenen Merkmale gelöst.

Die prozeßorientierte direkte Animation des strukturtreuen Modells mit Hilfe des integrierten Simulations- und Animationsprogrammes läßt Änderungen im Simulationsmodell unmittelbar auch in der Animation wirksam werden. Durch die vorgesehene objektorientierte Animation, das heißt die Zuordnung von Animationsmethoden zu den funktionstremen Modellkomponenten, erfolgt vorteilhafterweise eine direkte Nutzung des Simulationsmodells für die prozeßorientierte Animation, so daß der doppelte Aufwand für die Erstellung des Simulationsmodells und des Animationsbildes sowie deren Kopplung vermieden wird. Mit der hierarchischen Verknüpfung der grafischen Darstellungen der Modellkomponenten entsprechend der Modellhierarchie wird eine Verringerung des Animationsaufwands durch die gemeinsame Behandlung strukturell zusammengehöriger Modellkomponenten auch in der Animation erreicht.

Der Modellierer erstellt also einmalig ein Modell. Daraus entsteht automatisch das Animations-Layout. Der Automatismus ist dadurch gekennzeichnet, daß Zusammenhänge zwischen den einzelnen Modell-(Bild-)Elementen nicht mehr von Hand erstellt werden müssen. Sie ergeben sich in ihrem Ablauf automatisch vielmehr aufgrund der Modellstruktur und dessen Parametrierung.

Die Erfindung soll im folgenden anhand der Zeichnung für ein Ausführungsbeispiel erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 ein Strukturbild einer einfachen Fertigungsstraße,

Fig. 2 die Modellhierarchie der Fertigungsstraße gemäß Fig. 1,

Fig. 3 die Positionszuordnung der Modellkomponenten "Werkzeugmaschine" und "Lager" der Fertigungsstraße gemäß Fig. 1 in der Simulation,

Fig. 4a, 4b die Modellkomponente "Transportmittel" mit gefüllter und mit leerer Komponente "Werkzeugspeicher" in der Animation sowie

Fig. 5a, 5b eine Animationsdarstellung der simulierten Fertigungsstraße.

Grundsätzlich erfolgt die Darstellung der prozeßorientierten Animation in einem Animationsfenster. Animationsmethoden (Funktionen zur Animation) können Programmroutinen eines Rechners benutzen, die grafische Grundelemente wie Linien, Kreise oder komplexe Bilder an wählbaren Positionen im Fensterkoordinatensystem zeichnen.

Zur objektorientierten Animation wird davon ausgegangen, daß eine Bibliothek funktionstreuer Modellkomponenten zur Verfügung steht. Funktionstreue Modellkomponenten besitzen Kennwerte (Zustandsvariable). Dabei kann man simulationsbezogene und animationsbezogene Kennwerte unterscheiden.

Die den Modellkomponenten zugeordneten Animationsmethoden legen fest, wie Veränderungen von Komponentenkennwerten grafisch darzustellen sind. Verändert sich eine Kenngröße, wird durch die Animationsmethode die grafische Repräsentation der funktionstremen Modellkomponente im Animationsfenster geändert. Die Darstellung beschränkt sich dabei auf eine bestimmte Fläche im Animationsfenster, den Animationsrahmen der Modellkomponente. Die Maße und die Position dieses Animationsrahmens in einem Koordinatensystem, der Skalierungsfaktor der Darstellung (verglichen mit der Originalen, durch die Zuordnung der Animationsmethode erzeugten Darstellung) und grafische Attribute (Sichtbarkeit, Transparenz und andere) sind animationsbezogene Kenngrößen der Modellkomponenten.

Den sich aus kleineren (Teil-)Modellkomponenten hierarchisch zusammensetzenden strukturtreuen Modellkomponenten sind ebenfalls animationsbezogene Kenngrößen (Animationsrahmendaten, Skalierungsfaktor, Sichtbarkeitsattribute usw.) zugeordnet. Sie besitzen zwar ebenfalls einen Animationsrahmen, belegen also eine Fläche im Animationsfenster, stellen sich in diesem Animationsfenster jedoch nicht selbst dar. Vielmehr werden die Darstellungen ihrer Unterkomponenten unter Berücksichtigung der jeweiligen Animationskenngrößen (Fläche, Position, Darstellungsfaktor, Attribute) in diese Animationsrahmen hineinprojiziert. Diese Animationsrahmen können nun ihrerseits (ebenfalls unter Anwendung der ihnen zugeordneten Animationskenngrößen) in die Animationsrahmen der hierarchisch übergeordneten, zusammengesetzten Modellkomponenten projiziert werden. Den äußersten Animationsrahmen bildet die gesamte zur Verfügung stehende Darstellungsfläche im Animationsfenster, die dem Gesamtmodell als Spitze der strukturellen Hierarchie zugeordnet ist. Auf diese Weise entsteht eine hierarchische Verknüpfung der Darstellungen der funktionstremen Modellkomponenten entsprechend der Struktur des Modells.

Animationsbezogene Kenngrößen (Animationsrahmenfläche und -position, Skalierungsfaktor usw.) können von der Simulation direkt beeinflusst werden. Die Dynamisierung der Darstellung geschieht aufgrund der Berücksichtigung der Veränderung der zugeordneten animations- und simulationsbezogenen Kenngrößen durch die zugeordneten Animationsmethoden.

Gemäß Fig. 1 besteht zum Beispiel in einfachster Form ein Modell einer Fertigungsstraße F aus den funktionalen Modellkomponenten einer Werkzeugmaschine W und eines Lagers L sowie der strukturtreuen Modellkomponente eines fahrerlosen Transportmittels T. Dieses besteht wiederum aus einem Werkstückspeicher S und einem Transportmittelantrieb A.

Die geschilderte Modellhierarchie ist in Fig. 2 verdeutlicht.

Wenn die Werkzeugmaschine W ein Werkstück an das fahrerlose Transportmittel T übergibt, wird dieses dort in den Werkstückspeicher S eingeordnet. Der Werkstückspeicher S sendet ein "Gefüllt"-Signal an den Transportmittelantrieb A. Dieser inkrementiert entsprechend der eingestellten Verfahrensgeschwindigkeit

seine eigene Position, bis der Standort des Lagers L erreicht ist. Dort wird das Werkstück an das Lager L übergeben.

Die funktionstremen Komponenten des Modells besitzen Animationsmethoden, die die Komponentenkennwerte grafisch darstellen. Gemäß Fig. 3 werden Werkzeugmaschine W und Lager L durch Symbole veranschaulicht, die entsprechend der Komponentenkennwerte (z. B. der Auslastung) dieser Modellkomponenten zum Beispiel farblich verändert werden. Die Position der Objekte im übergeordneten Koordinatensystem (dem des Gesamtmodells der Fertigungsstraße) und die Größe der jeweiligen Animationsrahmen sind Komponenteneigenschaften (zum Beispiel Lager(symbol-)position $x = 76, y = 4$; Animationsrahmenfläche für das Lager L: $x = 22, y = 12$).

Die funktionstremen Modellkomponenten "Transportmittelantrieb" A, "Werkstückspeicher" S des fahrerlosen Transportmittels T besitzen wie in Fig. 4a, Fig. 4b gezeigt ebenfalls Animationsmethoden zur Darstellung der Komponentenkennwerte. Diese benutzen als Bezugskoordinatensystem jedoch den Animationsrahmen des direkt hierarchisch übergeordneten zusammengesetzten Modellelements — eben des fahrerlosen Transportmittels T. Das Symbol für den Werkstückspeicher S befindet sich gemäß Fig. 4a an Position $x = 18, y = 10$ und hat die Ausmaße 10×10 ; das Symbol für das Transportmittel T ist ein aus mehreren grafischen Grundelementen zusammengesetztes Bild mit der Position $x = 10, y = 20$ und der Animationsrahmenfläche 24×18 . Die Darstellung des Werkstückspeicherfüllstandes soll hier durch Beeinflussung des Sichtbarkeitskennwerts der Modellkomponente erfolgen: So zeigt Fig. 4a das Transportmittel T mit gefülltem Werkstückspeicher S, während Fig. 4b das Transportmittel T (ohne das Symbol S, also) mit leerem Werkstückspeicher wiedergibt.

Der Animationsrahmen der zusammengesetzten Modellkomponente "fahrerloses Transportmittel" T wird unter Berücksichtigung der Komponentenkennwerte Position ($x = 30, y = 4$), Animationsrahmenfläche (44×52) und wählbarem Darstellungsfaktor (0,5) in das nächsthöhere, bereits aus Fig. 3 bekannte Koordinatensystem hineinprojiziert, wie dieses in Fig. 5a gezeigt ist.

Die Belegung der Animationsdarstellung erfolgt durch Änderung der simulations- und animationsbezogenen Kennwerte der Modellkomponenten. Ändert sich die Auslastung der Werkzeugmaschine W bzw. des Lagers L oder der Füllstand des Werkstückspeichers S im Transportmittel T (simulationsbezogene Kennwerte) werden durch die Animationsmethoden der Modellkomponenten die Farben bzw. die Sichtbarkeit der entsprechenden Symbole geändert.

Wird hingegen das Transportmittel T bewegt, muß die Modellkomponente "Transportmittelantrieb" A explizit die Animationsposition der übergeordneten zusammengesetzten Modellkomponente T setzen. Indem dies geschieht, wird die gesamte Symbolgruppe der zusammengesetzten Komponente, nämlich des fahrerlosen Transportmittels T mitsamt dem nun mit dem Werkstück aus der Werkzeugmaschine W gefüllten Werkstückspeicher S zum Lager L im übergeordneten (Gesamtmodell-)Koordinatensystem verschoben (Neue Position $x = 52, y = 4$).

Patentanspruch

Anordnung zur prozeßorientierten Animation eines ein reales, aus funktionalen Komponenten zu-

sammengesetztes System abbildenden Simulationsmodells, dessen funktionale Modellkomponenten entsprechend der Struktur des Komponentenaufbaus des realen Systems in hierarchischen Ebenen miteinander verknüpft sind, mit jeweils den einzelnen Modellkomponenten zugeordneten Funktionen zur Animation in vorgegebenen Animationsrahmen innerhalb eines Animationsfensters,

gekennzeichnet durch
eine entsprechend dem Aufbau des Simulationsmodells automatisch gebildete Hierarchie von Darstellungen der Modellkomponenten
und eine Verknüpfung der Darstellungen der Modellkomponenten entsprechend dieser Hierarchie unter Einbeziehung der animationsbezogenen Kenngrößen zu einem Gesamtbild.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

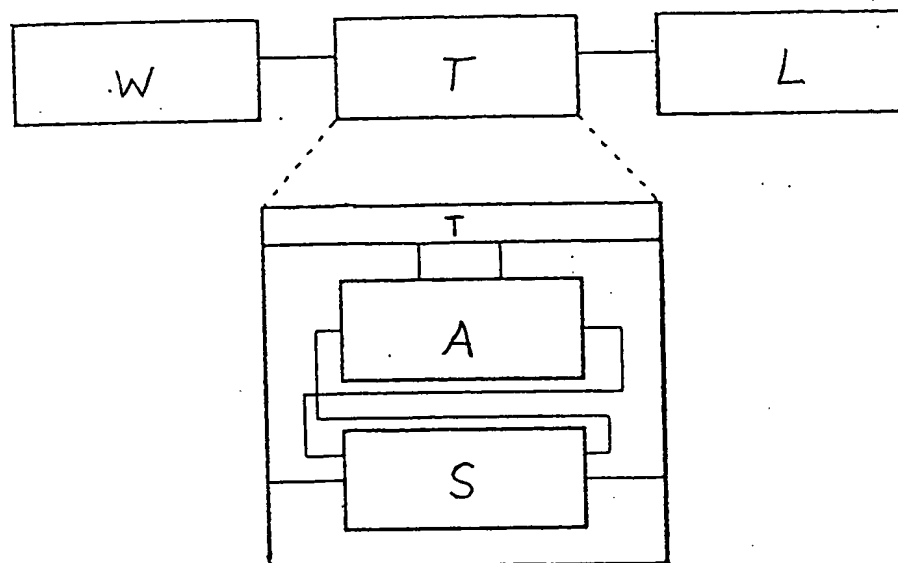


Fig. 1

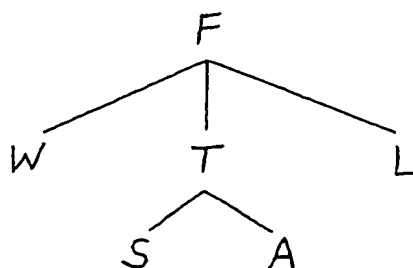


Fig. 2

